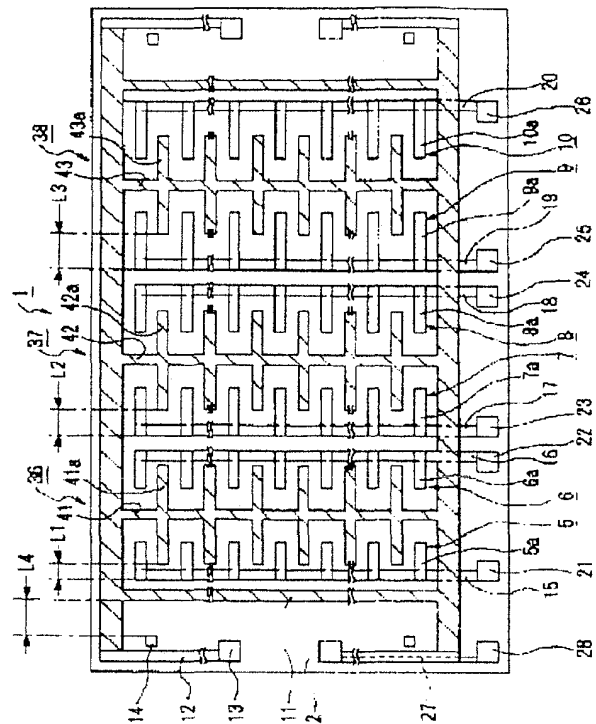


EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000011556
 PUBLICATION DATE : 14-01-00
 APPLICATION DATE : 16-06-98
 APPLICATION NUMBER : 10168933
 APPLICANT : ESASHI MASAKI;
 INVENTOR : ESASHI MASAKI;
 INT.CL. : G11B 21/02
 TITLE : MICROACTUATOR, MAGNETIC HEAD
 DEVICE AND MAGNETIC RECORDING
 DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a microactuator capable of simplifying a displacing amount control system more compared with conventional one.

SOLUTION: A fixed substrate 2 and a movable substrate 3 are provided oppositely to each other with a gap, and plural actuators 36, 37 and 38 different from one another in relative displacing amounts are provided in parallel between these substrates. The actuators 36, 37 and 38 are composed of comb-tooth movable electrodes 41 to 43 provided on the movable substrate 3, and fixed electrodes 5 to 10 provided on the fixed substrate 2 and having plural teeth extended from the tooth tips of the movable electrodes 41 to 43 to the outside in a non driven state. The movable substrate 3 is moved so as to move the tooth tips of the movable electrodes 41 to 43 to the tooth outer ends of the fixed electrodes 5 to 10, and the portions of the actuators 36, 37 and 38 extended to the outside of the movable electrode tooth parts of the fixed electrode tooth parts are different in length from one another.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-11556

(P2000-11556A)

(43) 公開日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テラコート (参考)

G 1 1 B 21/02

6 0 1

G 1 1 B 21/02

6 0 1 G 5 D 0 6 8

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-168933

(22) 出願日 平成10年6月16日 (1998.6.16)

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(71) 出願人 000167989

江刺 正喜

宮城県仙台市太白区八木山南1丁目11番地
9

(72) 発明者 阿部 宗光

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ
ス電気株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外9名)

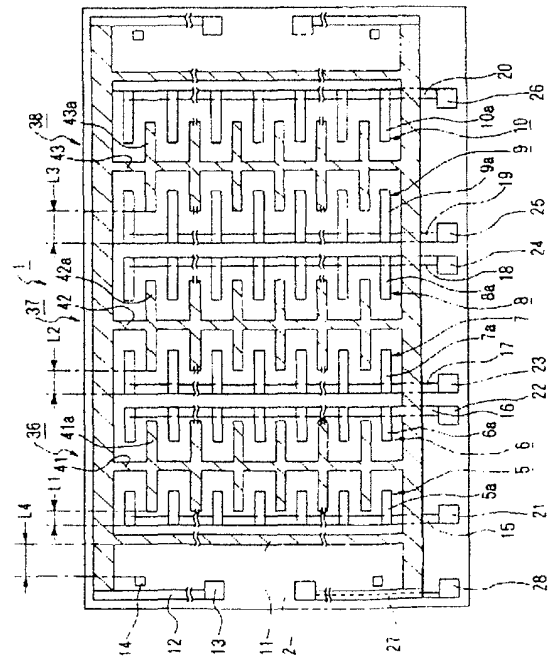
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロアクチュエータ及び磁気ヘッド装置並びに磁気記録装置

(57) 【要約】

【課題】 変位量制御システムを従来に比べて簡単化することができるマイクロアクチュエータを提供する。

【解決手段】 間隙をあけて対向する固定基板2と可動基板3が設けられ、これら基板間に相対移動量の異なるアクチュエータ36、37、38が複数個並設されている。各アクチュエータ36、37、38は、可動基板3上に設けられた歯状の可動電極41ないし43と、固定基板2上に設けられ、非駆動状態で可動電極41ないし43の歯部先端から外側へ延在する複数の歯部を持つ固定電極5ないし10から構成されている。そして、可動電極41ないし43の歯部先端が固定電極5ないし10の歯部外端まで移動するように可動基板3が移動する構成となっており、各アクチュエータ36、37、38において固定電極歯部の可動電極歯部外側へ延在する部分の長さが各アクチュエータごとに異なっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 間隔をあけて対向する基板を相対移動可能に設け、これら基板間に前記基板対の相対移動量をそれぞれ異ならせるアクチュエータを、前記基板対の相対移動方向に複数個所定間隔をあけて並設したことを特徴とするマイクロアクチュエータ。

【請求項2】 前記各アクチュエータが、前記基板対の一方の第1の基板の対向面上に設けられ、互いに平行であって先端を描えた複数の歯部を有する櫛歯状の第1の電極と、他方の第2の基板の対向面上に設けられ、前記第1の電極の隣接する歯部間に位置し非駆動状態にて前記第1の電極の各歯部先端から外側へ延在する互いに平行であって外端を描えた複数の歯部からなり、該複数の歯部の延在外端を駆動状態にて前記第1の電極の歯部先端まで移動させて前記基板対を相対移動させる第2の電極とからなり、前記各アクチュエータにおける前記第2の電極歯部の前記外側への延在長さを各アクチュエータごとに異ならせたことを特徴とする請求項1記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項3】 請求項1または2に記載のマイクロアクチュエータを有することを特徴とする磁気ヘッド装置。

【請求項4】 請求項3記載の磁気ヘッド装置を有することを特徴とする磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロアクチュエータ及び磁気ヘッド装置並びに磁気記録装置に関し、特に、磁気ヘッド装置内に組み込まれ、磁気記録媒体のトラックに対して磁気ヘッドを高精度に位置合わせする際にヘッド位置の微調整に用いて好適なマイクロアクチュエータの構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、磁気記録装置は、データの記録面を持つ磁気ディスク等の磁気記録媒体を備えており、この磁気記録媒体に対して情報の書き込み、読み出しを行う磁気ヘッド、磁気ヘッドを支持するスライダ、ジンバル等からなるヘッド支持部、この支持部を駆動することにより磁気記録媒体の所定のトラックに対して磁気ヘッドの位置合わせを行うボイスコイルモータ等のヘッド駆動部等を有している。ところが、ボイスコイルモータによって磁気ヘッドの位置合わせを行う場合、高精度のボイスコイルモータを用いたとしても、現状のトラックの幅が微細化していることを考慮するとボイスコイルモータだけでは位置合わせ精度が限界に達してきている。そこで、ボイスコイルモータを用いてヘッド位置の粗調整を行った後、精度の高いアクチュエータを用いて微調整を行う方式が提案されている。

【0003】高精度で微細動作が可能な従来のアクチュエータの例を図9、図10に示す。図9、図10に示すアクチュエータ101は静電引力を駆動力としており、

一般に静電アクチュエータと呼ばれるものである。この静電アクチュエータ101は、間隔をあけて対向する2枚の基板である第1の基板102、第2の基板103が相対移動可能に設けられている。第1の基板102の第2の基板103と対向する面102a上に、互いに平行な複数の歯部104aを有する櫛歯状の第1の電極104が設けられ、第2の基板103の第1の基板102と対向する面103a上には、第1の電極104の隣接する歯部104a間に位置する互いに平行な複数の歯部105aを有する第2の電極105が設けられている。

【0004】上記構成の静電アクチュエータ101においては、第1の電極104と第2の電極105との間に電圧を印加すると、第1の電極104、第2の電極105間に生じる静電引力によって第1の電極の歯部104aと第2の電極の歯部105aとの噛み合いが大きくなる向きに第1の電極104と第2の電極105が接近するように第1の基板102と第2の基板103が相対移動する。その後、電圧を遮断すると静電引力が消失するため、電圧印加時とは逆の方向、すなわち第1の電極の歯部104aと第2の電極の歯部105aとの噛み合いが小さくなる向きに第1の電極104と第2の電極105が離反するように第1の基板102と第2の基板103が相対移動する構成となっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、静電アクチュエータは、2つの電極間に生じる静電引力によって駆動されるものである。ここで、この電極に生じる静電引力についてより詳細に見ると、第1の電極と第2の電極で基板の相対移動方向に平行な面において電圧印加時に上記面同士の対向する面積を増加させるように作用する力F1と、第1の電極と第2の電極とで互いに接近・離反する面において電圧印加時に上記面同士が互いに引き合うように作用する力F2とが考えられる。そして、駆動力となる静電引力FはF1とF2との合力となる。F1、F2は、真空の誘電率を ϵ_0 、両電極間の電圧をV、各電極における基板の相対移動方向に平行な面間の間隔を g_1 、電極の厚さを t 、各電極の接近・離反する面の面積をS、各電極の接近・離反する面間の間隔を g_2 とすると、次式でそれぞれ表される。

$$F1 = (\epsilon_0 \cdot V^2 \cdot t) \cdot g_1 \quad \dots\dots (1)$$

$$F2 = (\epsilon_0 \cdot V^2 \cdot S) \cdot g_2 \quad \dots\dots (2)$$

ただし、第1の電極と第2の電極とがある程度離れた位置にある場合には、F2が十分に小さくなるため、通常はF1が支配的となる。

【0006】そこで、駆動力Fを $F = F1$ と考えると、真空の誘電率 ϵ_0 および電極の厚さ t は一定であり、各電極における基板の相対移動方向に平行な面間の間隔 g_1 は電極が相対移動しても一定であるため、駆動力Fは電極間の電圧Vのみによって変化することになる。すると、例えばこの静電アクチュエータを磁気ヘッド装置に

適用し、ヘッド位置の微調整に使用することを考えた場合、基板の変位量の制御は、電極間の電圧を調整して駆動力を制御することで行うことになる。したがって、個々の静電アクチュエータにおける電圧と駆動力との関係、駆動力と変位量との関係を予め把握しておく必要があった。さらに、電圧調整機構等を含む基板の変位量制御システムが必要となり、そのシステムの中身も比較複雑なものとなるという問題があった。特に、微細なステッピング動作を実現しようとした場合等でも、従来の素子では複雑な変位量制御システムが必要であり、この種の制御システムをより簡単化できる静電アクチュエータの提供が望まれていた。

【0007】本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、変位量を制御するためのシステムを従来に比べて簡単化することができる静電マイクロアクチュエータ、およびこのマイクロアクチュエータを用いた磁気ヘッド装置および磁気記録装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明のマイクロアクチュエータは、間隙をあけて対向する基板を相対移動可能に設け、これら基板間に前記基板対の相対移動量をそれぞれ異ならせるアクチュエータを、前記基板対の相対移動方向に複数個所定間隔をあけて並設したことを特徴とするものである。

【0009】すなわち、従来から大きな駆動力を得るために複数個のアクチュエータを有するマイクロアクチュエータは存在していたものの、各アクチュエータの相対移動量は一樣であり、この相対移動量の制御には複雑なシステムを必要としていた。それに対して、本発明のマイクロアクチュエータは、対向する基板間に相対移動量をそれぞれ異ならせるアクチュエータを複数個並設しているため、場合によって必要とされる相対移動量を持つアクチュエータのみを作動させることにより、複雑な制御システムを使用することなく、基板の相対移動量をステップ的に変化させることができる。

【0010】上記の相対移動量が異なるアクチュエータを複数個設ける具体的な構成とは、各アクチュエータが、上記基板対の一方の第1の基板の対向面上に設けられ、互いに平行であって先端を揃えた複数の歯部を有する櫛歯状の第1の電極と、他方の第2の基板の対向面上に設けられ、上記第1の電極の隣接する歯部間に位置し非駆動状態にて上記第1の電極の各歯部先端から外側へ延在する互いに平行であって外端を揃えた複数の歯部からなり、該複数の歯部の延在外端を駆動状態にて上記第1の電極の歯部先端まで移動させて上記基板対を相対移動させる第2の電極とからなり、上記各アクチュエータにおける上記第2の電極歯部の上記外側への延在長さを各アクチュエータごとに異ならせたことである。

【0011】従来の技術の項で述べたような静電マイク

ロアクチュエータを考えた場合、第1の電極と第2の電極からなる電極の組を1つのアクチュエータと見なすことができる。そこで、第1の電極と第2の電極で基板の相対移動方向に平行な面における駆動力 F_1 は、電圧印加時に上記面同士に対向する面積を増加させるように作用する。この時、第2の電極歯部の非駆動状態にて第1の電極の各歯部先端から外側へ延在する部分の長さ（面積）により電圧印加時の基板の最大相対移動量が決まることになる。したがって、各アクチュエータにおいて第2の電極歯部の上記延在長さを各アクチュエータごとに異ならせておけば、基板の相対移動量が異なるアクチュエータを複数個設けるという構成を実現することができる。そこで、駆動の際に最大の相対移動量が得られるに十分な電圧を設定しさえすれば、各アクチュエータに同一の電圧を印加しても各アクチュエータで基板の相対移動量が異なることになる。

【0012】言い換えると、従来のマイクロアクチュエータが電極間に印加する電圧を制御して変位量を調節するものであったのに対し、本発明のマイクロアクチュエータは複数個のアクチュエータのうちのいずれのアクチュエータを作動させるかによって変位量を調節するというものである。したがって、本発明のマイクロアクチュエータによれば、基板の変位量を制御するために印加電圧を調整する必要がなくなる。

【0013】本発明のマイクロアクチュエータの構成要素である基板の材料としては、例えばガラス基板等を用いることができる。また、電極は導電性を有するシリコン等の材料で形成することができ、これをガラス基板と接合すればよい。発明の実施の形態の項で詳述するが、実際のマイクロアクチュエータには基板と電極の他、電圧印加時に双方の電極の歯部が接近する向きに基板を相対移動させた後、電圧遮断時には電圧印加前の位置に基板を戻すためのバネの役目を果たす構成要素等も必要となる。その場合、このバネ部もシリコンで形成することができ、電極と一括して加工することが可能である。また、各電極に電圧を印加するための配線はアルミニウム等の金属を用いて基板上に形成することができる。本発明の場合、必要に応じて各アクチュエータを使い分ける必要があることから、電圧印加用配線は各アクチュエータで個別に設ける必要がある。

【0014】本発明の磁気ヘッド装置は、上記のマイクロアクチュエータを有することを特徴とするものである。また、本発明の磁気記録装置は上記磁気ヘッド装置を有することを特徴とするものである。すなわち、上記のように異なる動作量を持つアクチュエータを複数個有するマイクロアクチュエータを用いることによって磁気記録媒体の所定のトラックに対する磁気ヘッドの位置微調整のステッピング動作が可能となる。そして、磁気ヘッド装置や磁気記録装置がマイクロアクチュエータに関する複雑な変位量制御システムを持つことなく、スイッ

チ等の簡単な切換手段のみを持つだけでマイクロアクチュエータの変位量を制御することができ、従来に比べて装置構成を簡単化することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1の実施の形態を図1ないし図6を参照して説明する。図1は本実施の形態のマイクロアクチュエータ1を示す正面図、図2は同側面図、図3はマイクロアクチュエータを2枚の基板間で切断し、下側の固定基板を上から見下ろした平面図、図4は図3と同一位置で切断し、上側の可動基板を下から見上げた平面図、図5は図2のV-V線に沿う縦断面図、図6は図1のVI-VI線に沿う平断面図である。なお、図3および図4の切断位置は、後述する枠部下面と固定基板上面との間とした、本発明のマイクロアクチュエータは、特許請求の範囲に記載したように、第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板が相対移動する構成であるが、本実施の形態では、磁気ヘッド装置に組み込む際に第2の基板側を固定して第1の基板側を移動させるものとし、第1の基板を可動基板、第2の基板を固定基板、第1の電極を可動電極、第2の電極を固定電極、と称することにする。

【0016】図1および図2に示すように、固定基板2と可動基板3が間隔をあけて対向して配置され、可動基板3の内面3a（固定基板2と対向する面）に可動電極41ないし43が設けられるとともに、固定基板2の内面2a（可動基板3と対向する面）には固定電極5ないし10が設けられている。そして、これら可動電極41ないし43と固定電極5ないし10との間に電圧を印加することにより、固定電極5ないし10に対して可動電極41ないし43が接近するように可動基板3が移動する構成となっている。なお、固定基板2および可動基板3はガラス基板から構成され、固定電極5ないし10および可動電極41ないし43は導電性を有するシリコン等の材料から形成されている。

【0017】図4および図6に示すように、可動電極41ないし43は、互いに平行であって先端を揃えた複数の歯部41aないし43aを有する櫛歯状の形状となっている。一方、図3および図6に示すように、固定電極5ないし10は、可動電極41ないし43の隣接する歯部41aないし43a間に位置し、非駆動状態にて可動電極41ないし43の各歯部41aないし43a先端から外側へ延在する互いに平行であって外端を揃えた複数の歯部5aないし10aから構成されている。可動電極41ないし43は図6中の右側、左側の両側に向いた櫛歯を有しており、1つの可動電極41、42、43の2つの櫛歯それぞれに対して固定電極5ないし10が配置されている。1つの可動電極41、42、43に対して図6中右側に位置する固定電極6、8、10は電圧印加時に可動基板3を図中右方向に移動させるためのもの、図6中左側に位置する固定電極5、7、9は電圧印加時

に可動基板3を図中左方向に移動させるためのもの、である。

【0018】図6に示すように、本実施の形態のマイクロアクチュエータ1全体では、1つの可動電極41、42、43と2つの固定電極5および6、7および8、9および10からなるアクチュエータ36、37、38が基板の相対移動方向に3組並設されている。可動電極41ないし43と一方の固定電極5ないし10との間に電圧を印加した際には歯部同士の噛み合いが大きくなる方向、すなわち歯部の長手方向に可動基板3が移動する。この際、固定電極5ないし10の歯部5aないし10aにおける非駆動状態にて可動電極41ないし43の各歯部41aないし43a先端から外側へ延在する部分の長さが電圧印加時の基板移動量を決定する。本実施の形態の場合、各アクチュエータ36、37、38間で固定電極5ないし10の歯部5aないし10aの長さが異なり、特に固定電極歯部5aないし10aの上記延在部分の長さは、図6中左側から右側に $L1=1\mu m$ 、 $L2=2\mu m$ 、 $L3=3\mu m$ となっており、各アクチュエータ36、37、38間でこの長さが異なっている。なお、各アクチュエータ36、37、38間で可動電極41ないし43の寸法は同一である。すなわち、左端のアクチュエータ36は基板移動量 $1\mu m$ 用のアクチュエータ、中央のアクチュエータ37は基板移動量 $2\mu m$ 用のアクチュエータ、右端のアクチュエータ38は基板移動量 $3\mu m$ 用のアクチュエータとなっている。

【0019】図3に示すように、固定電極5ないし10側のシリコンについては、固定基板2上に各歯部5aないし10aをなすシリコンが孤立して形成されている。その一方、図4に示すように、可動電極41ないし43側のシリコンについては、各アクチュエータ36、37、38の可動電極41ないし43が全て矩形形状の枠部11と連結されており、さらに、枠部11の角からは支持バネ部12が延び、各支持バネ部12の先端にはアンカー部13が設けられている。すなわち、これら可動電極41ないし43、枠部11、支持バネ部12、アンカー部13はシリコンにより一体的に形成されている。また、支持バネ部12と枠部11の間にはシリコンからなるストッパ14が設けられている。このストッパ14はアンカー部13よりも枠部11に近い位置に配置されており、ストッパ14と枠部11との間隔 $L4$ は $3\mu m$ である。なお、このストッパ14と枠部11との間隔 $L4$ は、3組のアクチュエータ36、37、38のうち最大の基板移動量を持つアクチュエータ38の上記延在部分の長さ $L3$ 以上であればよい（ $L4 \geq L3$ ）。

【0020】上述したように、可動基板3の内面に可動電極41ないし43が設けられる一方、固定基板2の内面には固定電極5ないし10が設けられている。そして、図4に示すように、可動電極41ないし43と同様、枠部11も可動基板3の内面3aに固定されてい

る。また、支持バネ部12は枠部11から延びているが、図5に示すように、可動基板3にも固定基板2にも固定されていない。また、図1に示すように、支持バネ部12先端に設けられたアンカー部13は固定基板2の内面2aに固定されている。すなわち、アンカー部13が固定基板2に固定され、支持バネ部12を介して枠部11および可動電極41ないし43が可動基板3に固定されていることにより、固定基板2に対して可動基板3が支持されている。また、可動基板3にも固定基板2にも固定されない支持バネ部12は、シリコンの持つ弾性により電圧印加時に可動基板3が移動した際に弾性変形し、電圧遮断時に弾性復帰することによって可動基板3を電圧印加前の位置に戻す、いわばバネの役目を果たすものである。

【0021】図3に示すように、各アクチュエータ36、37、38の固定電極5ないし10に電圧を印加するための配線が各アクチュエータ36、37、38ごとに個別に設けられている。そして、各アクチュエータ36、37、38内においては、可動基板3を図中右方向に移動させるべく可動電極41ないし43の右側に位置する固定電極6、8、10の歯部6a、8a、10a間を電気的に接続する配線16、18、20がそれぞれ設けられている。また同様に、可動基板3を左方向に移動させるべく可動電極41ないし43の左側に位置する固定電極5、7、9の歯部5a、7a、9a間を電気的に接続する配線15、17、19がそれぞれ設けられている。そして、これら配線15ないし20には電源と接続するためのパッド電極（右方向移動用電極22、24、26、左方向移動用電極21、23、25）がそれぞれ設けられている。

【0022】これら配線15ないし20はアルミニウム等の金属で形成され、図3に示すように、固定基板2の内面2aに固定電極5ないし10と接するように配置されている。また、各アクチュエータ36、37、38の可動電極41ないし43はシリコンで一体的に形成されているため、図3に示すように、各可動電極41ないし43に電圧を印加するための配線27は各アクチュエータ36、37、38共通に設けられている。すなわち、固定基板2上には、図6に示す4つの支持バネ部12のうちの1つ（図6中左下の支持バネ部12）に沿ってアンカー部13にまで延び、アンカー部13と電気的に接続されることによって、アンカー部13、支持バネ部12、枠部11を通じて各可動電極41ないし43に電圧を与えるための配線27が設けられている。この配線27にも電源と接続するためのパッド電極（共通電極28）が設けられている。

【0023】また、固定基板2の上方、支持バネ部12の上方、アンカー部13の上方等、可動基板3側に固定されたシリコンを除いて基板間にシリコンが存在する領域の上方にあたる可動基板内面3aにはアルミニウム等

の金属からなる同電位パターン（図示略）が設けられている。この同電位パターンは、後述する製造過程において陽極接合法を用いてシリコンを可動基板3に接合する際に可動基板3に接合すべきでないシリコンが可動基板3に接合されてしまうのを防止するために基板表面をシリコンと同電位とするためのものである。

【0024】次に、上記構成のマイクロアクチュエータ1の製造方法の一例を説明する。なお、このマイクロアクチュエータ製造時には、複数のマイクロアクチュエータを同一基板上に一括して作成した後、切断して個々の素子に分離するという手順を採る。まず、導電性を有するシリコン基板を準備し、洗浄等の前処理を行った後、シリコン基板の両面にフォトレジストを塗布し、上面側（可動基板3に固定される側）のフォトレジストをパターンニングする。この際、枠部11、可動電極41ないし43等、可動基板3に固定されるシリコン部分の形状に合わせてレジストパターンを残すようにする。次に、このレジストパターンをマスクとしてRIE（Reactive Ion Etching）法を用いてシリコン基板の上面を所定の深さエッチングする。

【0025】次いで、フォトレジストを剥離した後、シリコン基板の両面に再度フォトレジストを塗布し、今度は下面側（固定基板2に固定される側）のフォトレジストをパターンニングする。この際、アンカー部13、ストップ14、固定電極5ないし10等、固定基板2に固定されるシリコン部分の形状に合わせてレジストパターンを残すようにする。次に、このレジストパターンをマスクとしてRIE法等を用いてシリコン基板の下面を所定の深さエッチングした後、フォトレジストを剥離すると、マイクロアクチュエータ1各部の形状に合致したシリコン基板が得られる。

【0026】一方、固定基板2と可動基板3を別途作成しておく。この際には、ガラス基板を準備し、洗浄等の前処理を行った後、ガラス基板の上面にスパッタ法によりA1膜を形成する。そして、フォトレジストを塗布、パターンニングし、できあがったレジストパターンをマスクとしてA1膜のウェットエッチングを行うことにより、固定基板2となるガラス基板に可動電極41ないし43、固定電極5ないし10に電圧を印加するための配線15ないし20、27を形成し、可動基板3となるガラス基板には陽極接合時に用いる同電位パターンを形成する。

【0027】その後、別途作成しておいた固定基板2とシリコン基板40とを陽極接合法を用いて接合する。ここで、シリコン基板のうちアンカー部13、ストップ14、固定電極5ないし10にあたる部分が固定基板2に接合される。次いで、シリコン基板の上面にフォトレジストを塗布し、これをパターンニングする。この際、両ガラス基板間に形成する全てのシリコン部分の形状に合わせてレジストパターンを残すようにする。次に、このレ

ジストパターンをマスクとしてDIE法等を用いてシリコン基板を貫通するエッチングを行う。最後に、可動基板3とシリコン基板とを陽極接合法を用いて接合した後、複数の素子（マイクロアクチュエータ）を一括して作成した基板を切断し、個々の素子に分離すれば、本実施の形態のマイクロアクチュエータ1が完成する。

【0028】このマイクロアクチュエータ1を使用する際には、少なくとも数十V程度の電圧が出力可能な電源を用い、各マイクロアクチュエータ36、37、38の右方向移動用電極22、24、26または左方向移動用電極21、23、25に電源端子を接続し、共通電極28を接地する。なお、ここで言う数十V程度の電圧とは、最大の基板移動量（本実施の形態では $3\mu\text{m}$ ）が得られるに十分な電圧ということである。また、右方向移動用電極22、24、26または左方向移動用電極21、23、25と電源端子との間にはスイッチ等の切換手段を設けておく。そこで、例えば可動基板3を右方向に $1\mu\text{m}$ 移動させたいければ、図6中左端のアクチュエータ36の右方向移動用電極22に電圧を印加する。すると、配線16を通じてこのアクチュエータ36の可動電極の歯部41aとその右側に位置する固定電極の歯部6aとの間に静電引力が発生し、この静電引力が駆動力となって可動電極の歯部41aの先端が固定電極の歯部6aの外端に位置するまで可動基板3が右方向に $1\mu\text{m}$ 移動する。

【0029】次に、可動基板3を左方向に $3\mu\text{m}$ 移動させたいければ、スイッチ等を切り換えて図6中右端のアクチュエータ38の左方向移動用電極25に数十V程度の電圧を印加すればよい。この時、可動基板3の移動に伴って支持バネ部12が弾性変形し、枠部11も左方向に $3\mu\text{m}$ 移動するが、枠部11とストッパ14との間隔L4が $3\mu\text{m}$ であるため、この時点で枠部11がストッパ14に当接し、可動基板3はそれ以上移動しない。いずれの場合も、電圧を遮断すると、固定電極の歯部5aないし10aと可動電極の歯部41aないし43aとの間に生じていた静電引力が消失し、支持バネ部12が弾性復帰することによって、可動基板3は電圧印加前の位置に戻る。

【0030】本実施の形態のマイクロアクチュエータ1は、3種類の基板移動量を有するアクチュエータ36、37、38が同一の基板上に並設されたものであり、これらアクチュエータ36、37、38を使い分け、さらに右方向移動、左方向移動を使い分けることによって右方向に $1\mu\text{m}$ 、 $2\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m}$ 、左方向に $1\mu\text{m}$ 、 $2\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m}$ 、変位なしというように、 $1\mu\text{m}$ 刻みで7段階のステッピング動作が可能になる。その際、最大 $3\mu\text{m}$ の移動量が得られるに十分な数十V程度の範囲で電圧を設定しさえすれば、各アクチュエータ36、37、38に同一の電圧を印加しても各アクチュエータの作用により基板の相対移動量が自ずと異なることになる。すな

わち、本実施の形態のマイクロアクチュエータ1によれば、基板の変位量を制御するために印加電圧の大きさを調整する必要がなくなる。したがって、本実施の形態のマイクロアクチュエータ1では、従来のものと比べてマイクロアクチュエータに付帯する変位量制御システムが簡単化できるため、磁気ヘッド装置の位置合わせ機構等に採用して好適なものとなる。

【0031】次に、上記実施の形態のマイクロアクチュエータを用いた磁気記録装置の一例を説明する。図7は磁気記録装置の一種であるハードディスク装置の一例を示す図である。図7に示すように、ハードディスク装置70には、ケース71内に複数枚の磁気ディスク72（磁気記録媒体）が内蔵されている。ディスク72表面の磁性体層にデータが記録されるようになっており、ディスク各面に幅が $2\mu\text{m}$ 程度の記録トラックが数百ないし数千本設けられている。また、これらディスク72を回転させるためのドライブモータ73が設置されている。

【0032】ケース71内部の上記ディスク72の近傍に磁気ヘッド装置74が設置されている。磁気ヘッド装置74には複数枚のディスク72に対応して複数個の磁気ヘッドが備えられているが、図8に示すように、各磁気ヘッド75はバネ性のある薄い金属板からなるジンバル76の先端に固定されており、ボイスコイルモータの作動によりディスク72上を半径方向に移動する構成になっている。この磁気ヘッド75はディスク静止時にディスク表面に着地し、ディスク回転時にディスク表面から浮上する、いわゆるCSS（Contact Start Stop）方式のものであり、ディスク回転時の気流により磁気ヘッド75を浮上させる機能を果たすスライダ77がジンバル76の先端に設けられ、スライダ77に対して磁気ヘッド75が支持されている。

【0033】上記実施の形態のマイクロアクチュエータ1がジンバル76とスライダ77との間に設置されている。すなわち、マイクロアクチュエータ1の固定基板2がジンバル76に固定される一方、可動基板3がスライダ77に固定されている。また、アクチュエータ20を固定する向きは、可動基板3の移動方向がジンバル76の幅方向に向くように配置されている。そして、ジンバル76には磁気ヘッド75との間でデータ転送を行うための配線（図示略）の他に、各アクチュエータ36、37、38の各固定電極5ないし10に電圧を印加するための計6本の電圧印加用配線78（図示の都合上、ジンバル上では1本の実線で示す）、各可動電極41ないし43に接続された共通電極28を接地するための配線79が設けられている。

【0034】また、磁気ヘッド装置74には、マイクロアクチュエータ1を駆動するための電圧（信号）を内部で生成する駆動信号発生回路80、駆動信号発生回路80からの信号を6本の電圧印加用配線78のいずれに供

給するかを切り換えるためのスイッチング回路81が具備されている。

【0035】本実施の形態のハードディスク装置70においては、ボイスコイルモータの作動により磁気ディスク72の所定のトラックに対する磁気ヘッド75の位置合わせ（トラッキング）が行われ、さらに、ジンバル76の先端に取り付けられたマイクロアクチュエータ1の作動により磁気ヘッド75の位置の微調整が行われる。この際、ここで用いたマイクロアクチュエータ1が上述したようにアクチュエータの切り換えによりステッピング動作が可能なるものであることから、磁気ヘッド装置74が複雑なアクチュエータの変位量制御システムを備える必要がなく、簡単なスイッチング回路81のみでマイクロアクチュエータ1のステッピング動作によるヘッド位置の微調整を実現することができる。すなわち、本実施の形態のマイクロアクチュエータ1を採用したことにより磁気ヘッド装置74の構成を簡単化できるという効果を奏することができる。

【0036】なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば上記実施の形態では可動電極の両側に歯歯を設け、各歯歯の内部に固定電極を設けて可動基板を双方向に移動可能とし、変位量の異なる3個のアクチュエータを設けることにより7段階のステッピング動作を可能とした。これに対して、例えば可動電極の片側のみに歯歯を設け、可動基板を一方のみに移動可能とした変位量の異なる複数のアクチュエータを設ける構成としてもよい。

【0037】また、各アクチュエータで変位量を異ならせる手段として、上記実施の形態では、各アクチュエータ間で可動電極側の寸法は同一とし、固定電極側の寸法を変えることで、固定電極歯部の可動電極の各歯部先端から外側へ延在する部分の長さを各アクチュエータ間で変えた。この構成に代えて、固定電極側の寸法を同一とし、可動電極の歯部の長さを各アクチュエータ間で変えることで、固定電極歯部の可動電極の各歯部先端から外側へ延在する部分の長さを各アクチュエータ間で変えるようにしてもよい。変位量のステップの刻みとしては、上記実施の形態の1μm刻みに限らず、0.5μm刻み等、任意の刻み量に変更が可能である。

【0038】また、上記実施の形態では可動基板の移動を規制するストッパを設けたが、このストッパの数や位置については適宜変更することができる。さらに、アンカー部がストッパを兼用する構成としてもよい。そして、上記実施の形態で用いた可動電極、固定電極の組数、各電極を構成する歯部の数、各部の具体的な寸法や構成材料、具体的な製造方法等に関しては、適宜変更が

可能である。また、本発明の静電アクチュエータは、磁気ヘッド装置、磁気記録装置に限らず、構成部材の微小な動作が必要とされる各種分野に適用可能なことは勿論である。

【0039】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明のマイクロアクチュエータは、基板上に基板対の相対移動量を異ならせるアクチュエータを複数個設けたことによって、いずれのアクチュエータを作動させるかにより相対移動量を調節することができる。したがって、本発明のマイクロアクチュエータによれば、基板の変位量を制御するために印加電圧を調整する必要がなくなる。そこで、このマイクロアクチュエータを有する本発明の磁気ヘッド装置および磁気記録装置によれば、マイクロアクチュエータに関する複雑な変位量制御システムを持つことなく、スイッチ等の簡単な切換手段のみを持つだけでマイクロアクチュエータの変位量を制御することができる。従来に比べて装置構成を簡単化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態のマイクロアクチュエータを示す正面図である。

【図2】 同、マイクロアクチュエータの側面図である。

【図3】 同、マイクロアクチュエータの固定基板を上から見た平面図である。

【図4】 同、マイクロアクチュエータの可動基板を下から見た平面図である。

【図5】 図2のV-V線に沿う縦断面図である。

【図6】 図1のVI-VI線に沿う平断面図である。

【図7】 上記マイクロアクチュエータを用いたハードディスク装置を示す斜視図である。

【図8】 同装置内の磁気ヘッド装置を示す斜視図である。

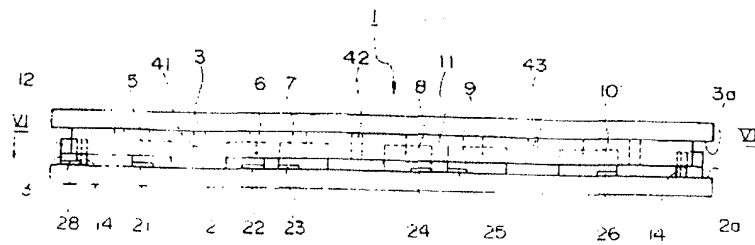
【図9】 従来の静電アクチュエータを示す平面図である。

【図10】 図9のX-X線に沿う断面図である。

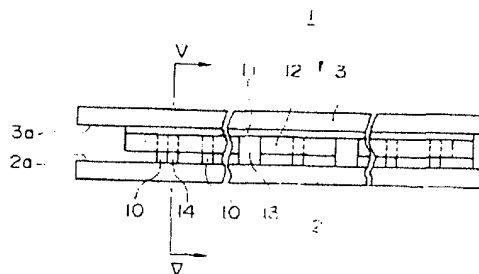
【符号の説明】

- 1 マイクロアクチュエータ
- 2 固定基板（第2の基板）
- 3 可動基板（第1の基板）
- 41, 42, 43 可動電極（第1の電極）
- 41a, 42a, 43a （可動電極の）歯部
- 5, 6, 7, 8, 9, 10 固定電極（第2の電極）
- 5a, 6a, 7a, 8a, 9a, 10a （固定電極の）歯部
- 36, 37, 38 アクチュエータ
- 70 ハードディスク装置（磁気記録装置）
- 74 磁気ヘッド装置

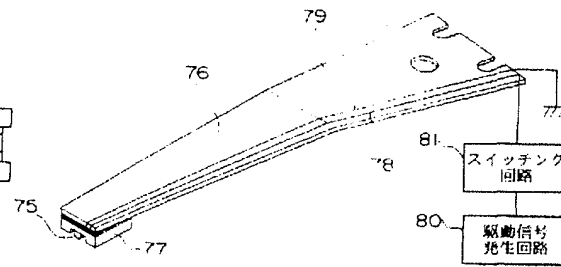
【図1】



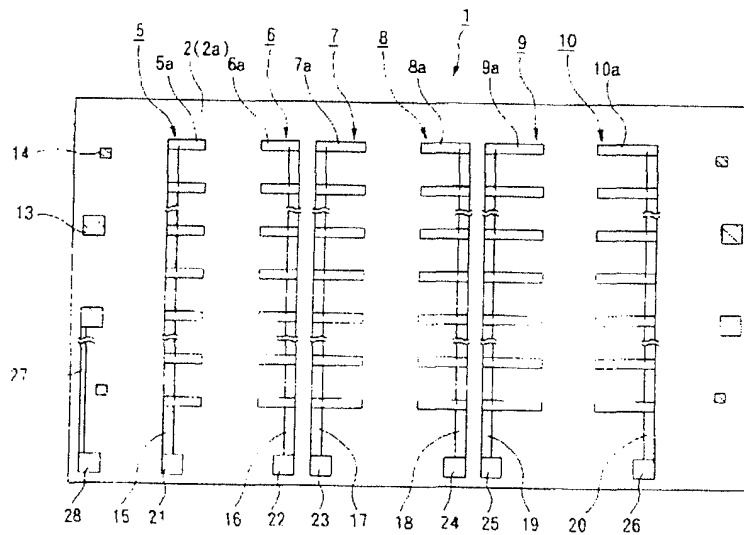
【図2】



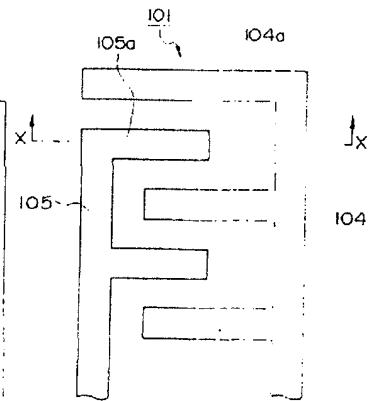
【図8】



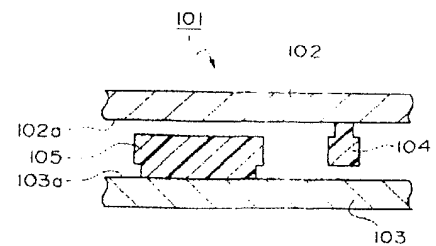
【図3】



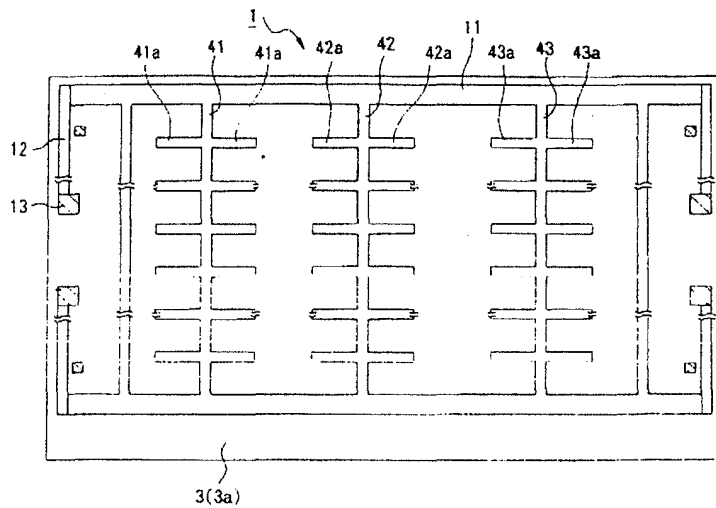
【図9】



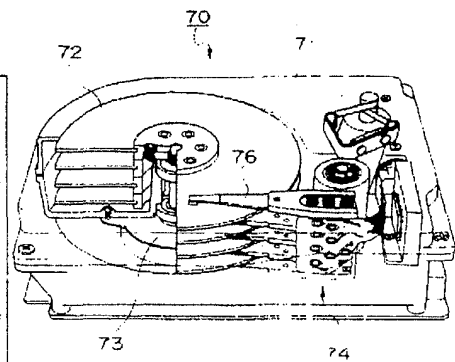
【図10】



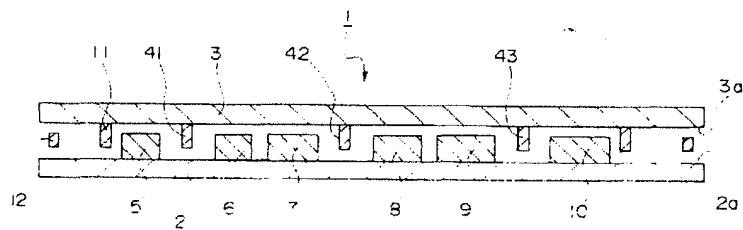
【図4】



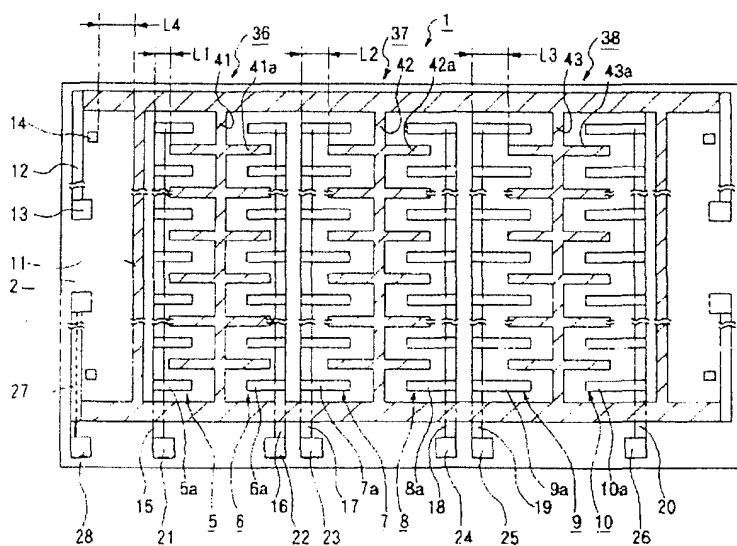
【図7】



【図5】



【図6】



(10) 2000-11556 (P2000-1155)

フロントページの続き

(72) 発明者 江刺 正喜

宮城県仙台市太白区八木山南一丁目11-9

Fターム(参考) 5D06S AA01 BB01 CC11 EE11 GG03